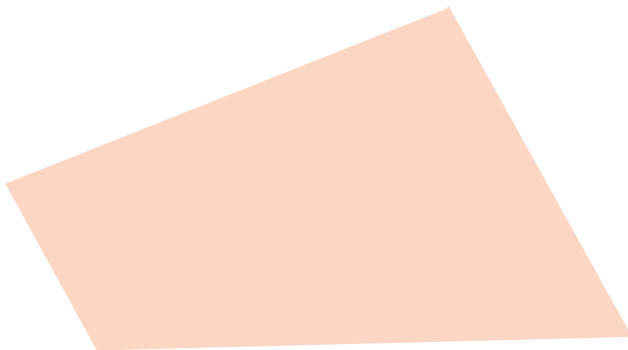


Objectif d'apprentissage de cette leçon

- Pratiquer la « partie **conception** » de compensation conditionnelle à travers des exemples
 1. L'appliquer à de exemple *inconnu* mais quelque peu *similaire*
 2. Résoudre l'exemple connu par la nouvelle méthode

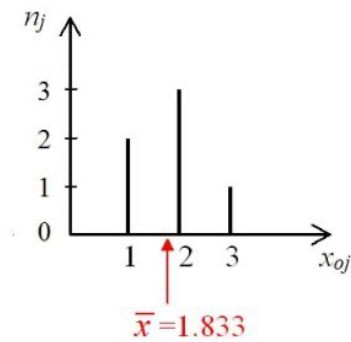
1. Quadrilatère

- en class

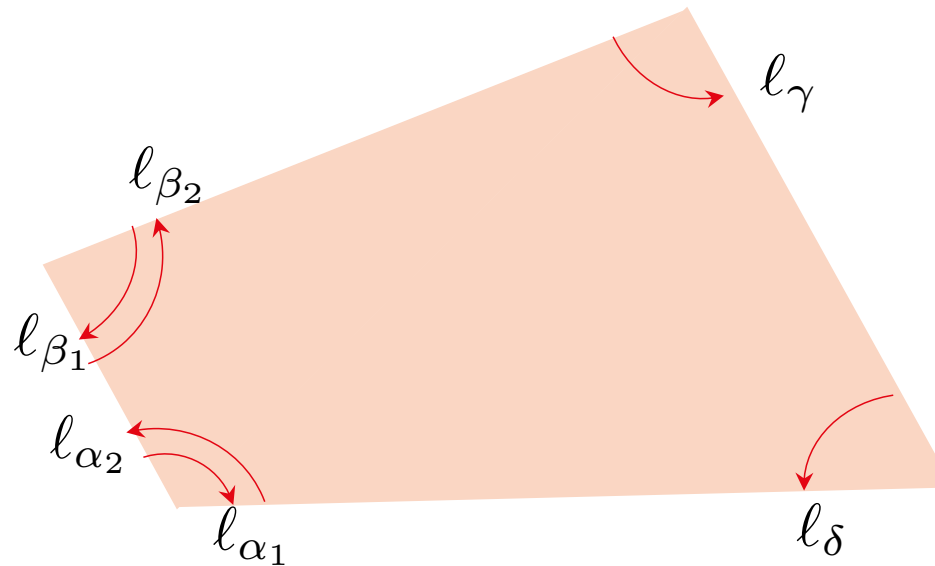


2. Moyenne arithmétique par « la compensation conditionnelle »

- à la maison



Exemple - Quadrilatère



■ Observations

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_{\alpha} = \sigma_{\beta} = \sigma_{\gamma} = \sigma_{\delta} = \sigma_a$$

■ Solution(s)

- A. Proposez vous-même (en group de 3 ou 2)
- B. Montrez-le au tableau

Poser le problème

1. Surdétermination, $r = ?$
2. Choix des conditions, $w = ?$
3. Modèle stochastique = ?

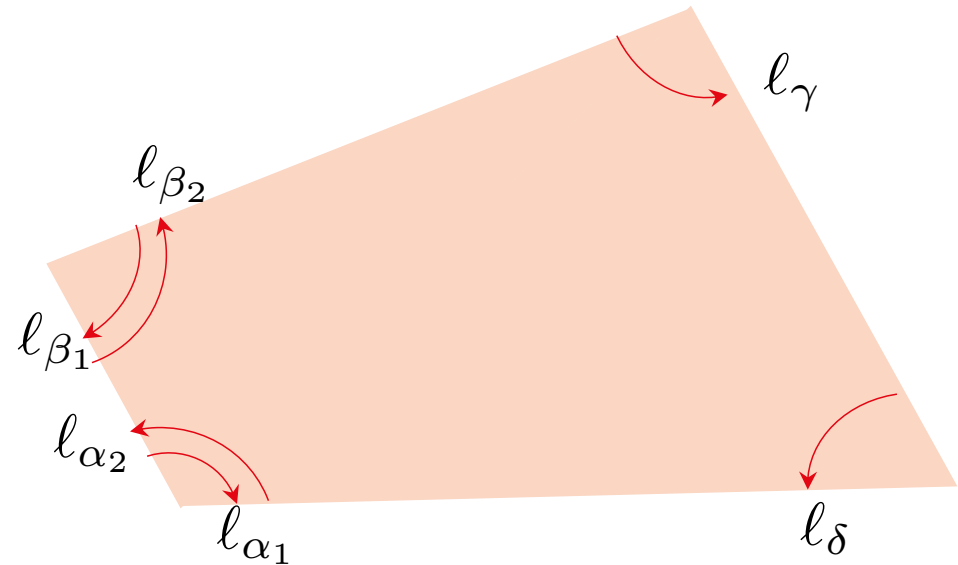
■ Indications

- Quels sont les poids d' α et β bêta par rapport à γ et δ ?

Exemple - Quadrilatère

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_\alpha = \sigma_\beta = \sigma_\gamma = \sigma_\delta = \sigma_a$$



■ Indications

- Quels sont les poids d' α et β bêta par rapport à γ et δ ?

$$\bar{\ell}_\alpha =$$

$$\sigma_{\bar{\ell}_\alpha}^2 =$$

$$P_{\bar{\ell}_\alpha} = \frac{1}{\sigma_{\bar{\ell}_\alpha}^2} =$$

■ Procédé

- exprimer le modèle *fonctionnel*
- exprimer le modèle *stochastique*

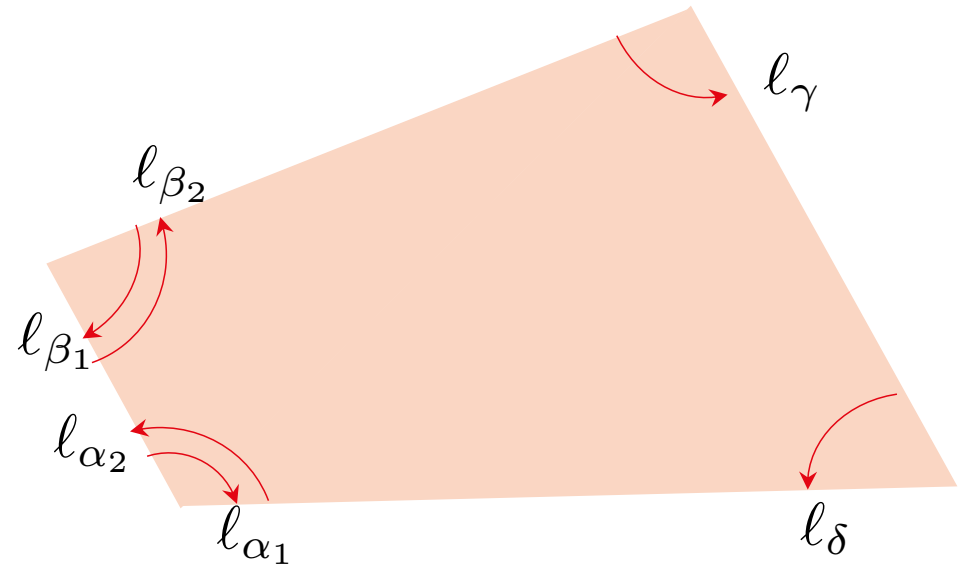
Exemple - Quadrilatère

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_\alpha = \sigma_\beta = \sigma_\gamma = \sigma_\delta = \sigma_a$$

I. Modèle fonctionnel (option)

■ B_l .



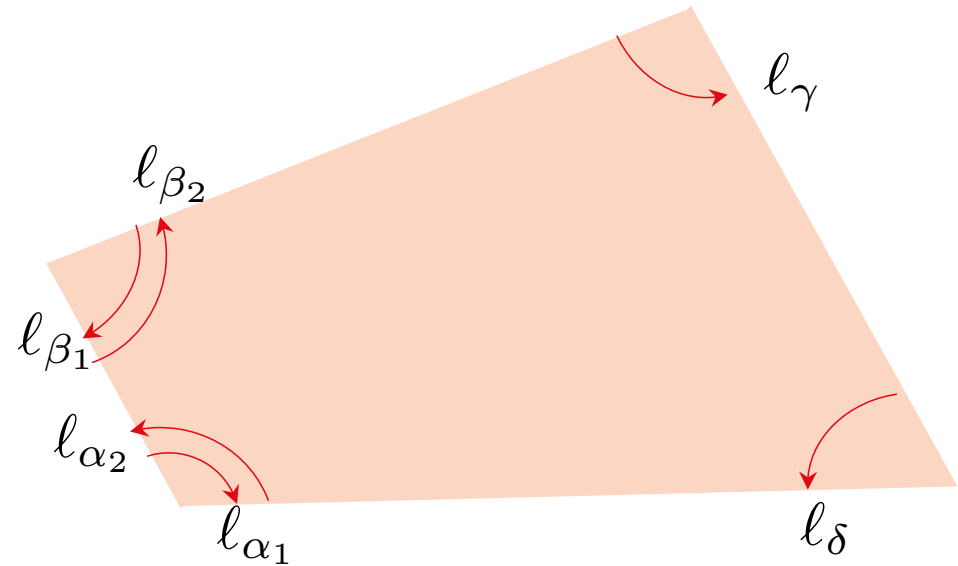
Exemple - Quadrilatère

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_\alpha = \sigma_\beta = \sigma_\gamma = \sigma_\delta = \sigma_a$$

II. Modèle fonctionnel (option)

■ $\mathbf{B}_{||}$.



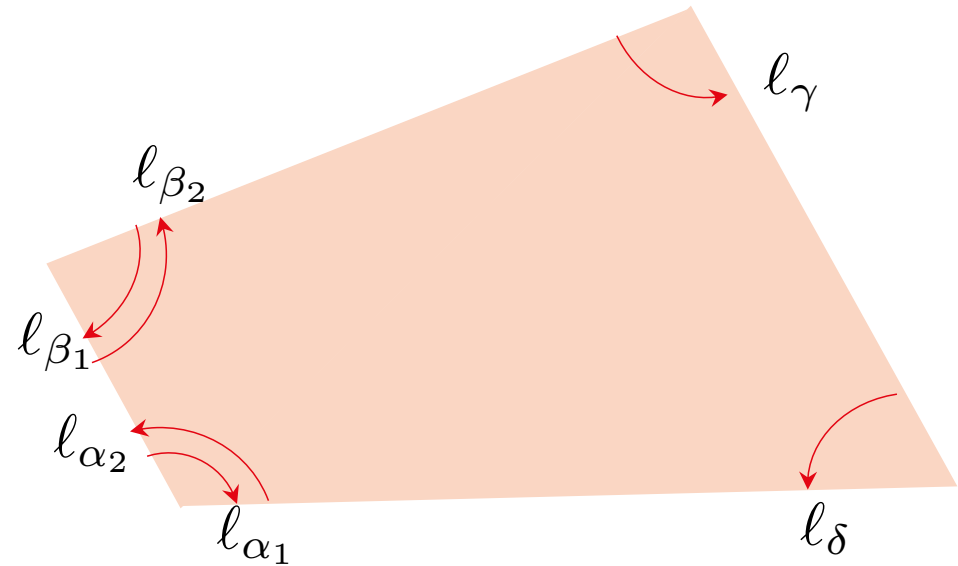
Exemple - Quadrilatère

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_\alpha = \sigma_\beta = \sigma_\gamma = \sigma_\delta = \sigma_a$$

III. Modèle fonctionnel (option)

■ $\mathbf{B}_{III.}$

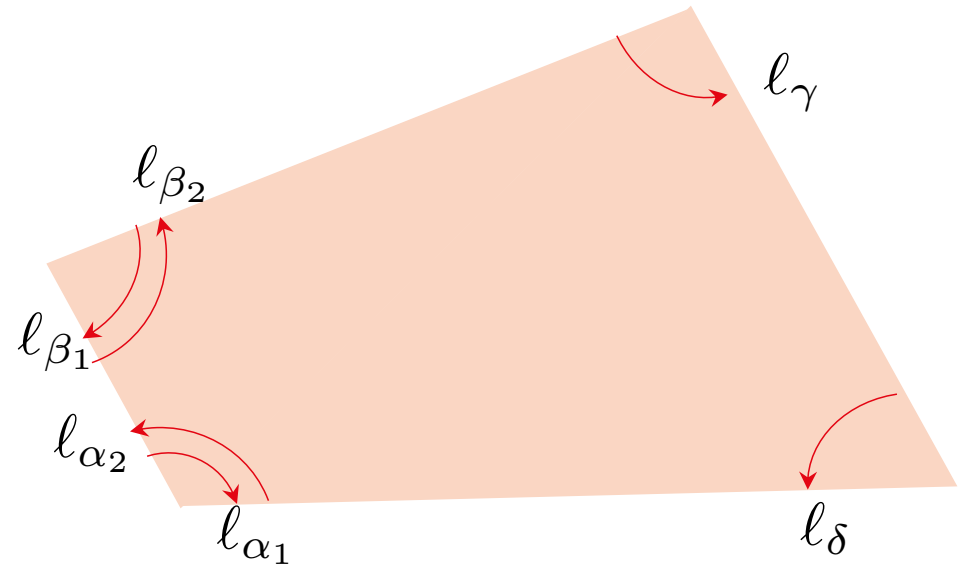


Exemple - Quadrilatère

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_\alpha = \sigma_\beta = \sigma_\gamma = \sigma_\delta = \sigma_a$$

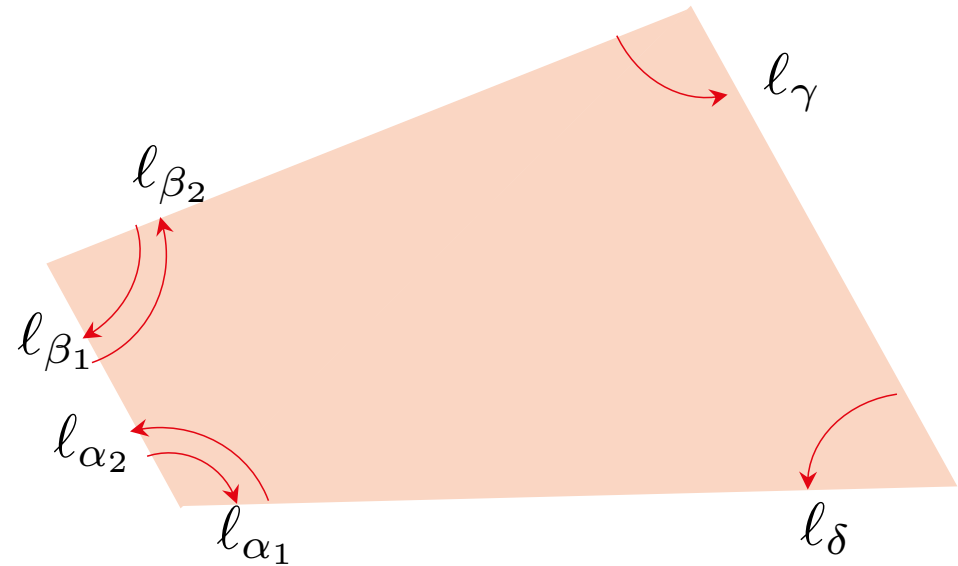
- Remarques



Exemple - Quadrilatère

α 2×, β 2×, γ , δ

$$\sigma_\alpha = \sigma_\beta = \sigma_\gamma = \sigma_\delta = \sigma_a$$



- Exemple numérique
 - Moodle – `quadri_condi.py`
 - 3 solutions
 - Via moyenne $\bar{\alpha}$, $\bar{\beta}$, γ , δ , optimale?
 - Direct (une d'option possible)
 - Direct, d'avantage de conditions ?

Compensation conditionnelle

Poser le problème ...

▪ Surdétermination

- Nombre de conditions indépendantes : r

▪ Modèle fonctionnel

- Choix des conditions : $\mathbf{w}$
- Linéarisation analytiques ou numérique : $\mathbf{B}$

$$\left. \frac{\partial \varphi(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}^T} \right|_{\check{\ell}=\ell} = \left(\begin{array}{cccc} \frac{\partial \varphi_1(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}_1} & \frac{\partial \varphi_2(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}_2} & \cdots & \frac{\partial \varphi_1(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial \varphi_r(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}_1} & \frac{\partial \varphi_r(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}_2} & \cdots & \frac{\partial \varphi_r(\check{\ell}^T)}{\partial \check{\ell}_n} \end{array} \right) \bigg|_{\check{\ell}=\ell}$$

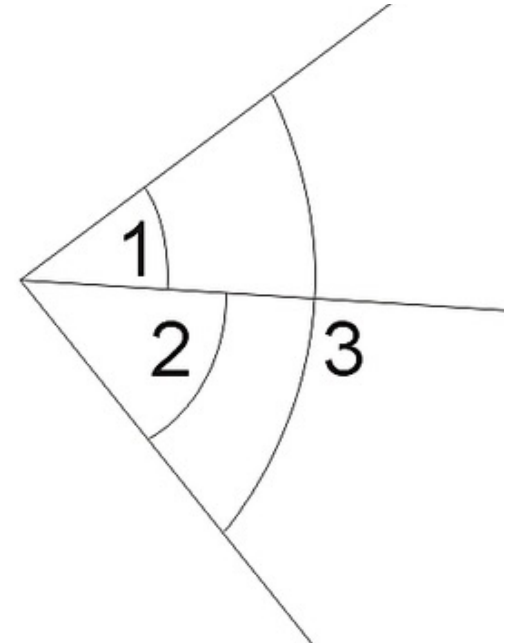
▪ Modèle stochastique

- Ecart-type *a priori* et cofacteurs : σ_0 , $\mathbf{Q}_{\ell\ell}$
- Variances et corrélations : $\mathbf{K}_{\ell\ell}$

Compensation conditionnelle

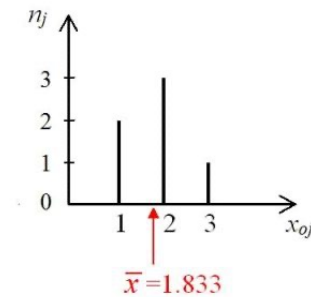
Analyser les résultats ...

- Détecter **une faute**
 - Avant compensation: écart de fermeture w_i trop grand
 - Après: résidu compensé trop grand: $|\hat{v}_i / \sigma_{\ell_i}| > \text{seuil}$
- Estimer **la précision**
 - Calcul des cofacteurs et de $\hat{\sigma}_0$ *a posteriori*
- **Améliorer** les valeurs mesurées
 - Cofacteurs des valeurs compensées plus faibles
- **Evaluer** les mesures et les modèles
 - Analyse globale: $\hat{\sigma}_0$ *a posteriori* / σ_0 *a priori*
 - Détection d'erreurs systématiques: tendances
 - Adaptation des modèles
 - Fonctionnel: autres conditions
 - Stochastique: autres variances et corrélations



2. Moyenne via « la compensation conditionnelle » (à la maison)

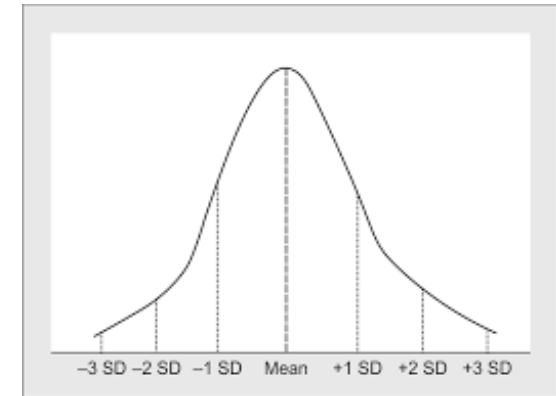
- Design
 - *comment* former les conditions?
 - combien de conditions pour 5 mesures?
 - Y a-t-il *d'autres façons possibles* de les former?
- Résultats
 - le choix des conditions affectera-t-il
 - i) la moyenne ?
 - ii) sa variance ?
 - iii) $Q_{\hat{v}\hat{v}}$, $Q_{\hat{\ell}\hat{\ell}}$?
- Procédé
 - A vous réfléchir
 - Questions pour jeudi



- Moyenne arithmétique

- Visualisation des résidus
- Modèle conditionnel
- Options pour $\mathbf{B}$, similitude avec le gaz parfait
- Apparition du noyau K (Kernel)
- Visualisation des matrices des cofacteurs
- Ecart-type *a posteriori*

cas particulier: $\mathbf{P} = \mathbf{I}$ et $r = n - 1 \longrightarrow \hat{\sigma}_0 = \sqrt{\frac{\hat{\mathbf{v}}^T \mathbf{P} \hat{\mathbf{v}}}{r}} = \sqrt{\frac{\sum \hat{v}_i^2}{n-1}}$



- Quadrilatère

- Certaines angles mesurés 2 fois
- Options, équivalences et pièges

- Inventaire de vos questions
 - Exemples : suite
 - Guides pour
 - Poser le problème
 - Analyser les résultats
- Séances d'exercices
 - Séries 5 à 8, aide individuelle
- Selon vos questions
 - Réponses et sondages

